

Avances en la investigación en la variación del valor nutricional de procedencias de *Trichanthera gigantea*

Mauricio Rosales y Clara I. Ríos Kato

Fundación CIPAV, Cali, Colombia.

SUMMARY

Trichanthera gigantea is a very promising fodder tree for a wide range of ecosystems. Its range of adaptation has been reported from 0 to 2,150 m above sea level, it is well adapted to the humid tropics and it grows well in acid and low fertility but well drained soils. Recently, due to the research on the utilisation of this species as a fodder tree, its distribution and cultivation has increased in Colombia and at international level. The first results of this expansion, especially animal feeding trials, have been very diverse. In most of the cases, the source of the stakes used for reproduction is unknown, making impossible to determine the causes of the variation on each trial. CIPAV, has started to assemble a collection of provenances of *Trichanthera gigantea* with the aim of having a bank of genetic material of known origin. The existing collection has 65 specimens from several regions of Colombia and Venezuela and, to date, 20 provenances genetically different have been identified, by enzymatic methods. This paper shows previous results on this species to illustrate the variation of its nutritive value, and reports the advances on the characterisation of the nutritive value of some provenances of the *Trichanthera gigantea* germoplasm collection.

INTRODUCCIÓN

El nacedero (*Trichanthera gigantea*, H y B) de la familia *Acantacea*, es un árbol multipropósito promisorio para una amplia gama de

agroecosistemas. Se encuentra en Colombia, Venezuela, Panamá, Ecuador y Brasil. En Colombia, su rango de adaptación está entre los 0 y 2,150ms de altura sobre el nivel del mar, en sitios con precipitación entre 400 a más de 4 000mm por año. Ha sido utilizado por los campesinos en la protección de nacimientos y corrientes de agua y en la actualidad es una de las especies con mayor promoción para recuperar cuencas hidrográficas en el Valle del Cauca, Colombia. Se le atribuyen propiedades medicinales y es además utilizado en la construcción de cercas vivas, caneyes, casas, en cultivos multiestrato, como abono verde y alimento para animales (Ríos, 1994). Se ha utilizado en ensayos de alimentación de diferentes especies animales, especialmente cerdos (Sarria *et al.*, 1991), ovinos de pelo (Mejía y Vargas, 1993), cabras (Rosales y Galindo, 1987), conejos (Vargas, 1990), cuyes (Mejía, 1989) y gallinas (Chará, 1992), como fuente de proteína.

A raíz de los trabajos de investigación adelantados por CIPAV, sobre la utilización de *Trichanthera gigantea* como árbol forrajero, se ha incrementado el cultivo, la distribución, y la investigación agronómica y zootécnica en esta especie tanto a nivel nacional como internacional. Los primeros resultados de esta expansión, especialmente ensayos de alimentación con animales, se han caracterizado por ser considerablemente diversos. Las diferencias encontradas en los distintos ensayos podrían ser atribuidas a la variación genotípica de esta especie (diferentes procedencias), a la variación fenotípica (como una respuesta a las diferentes condiciones ambientales en las cuales se ha estado propagando), a una combinación de ambos factores, o a las variaciones intrínsecas de los experimentos y/o análisis realizados (efecto del muestreo, laboratorio, etc.). En la mayoría de los casos se desconoce la procedencia del material vegetativo, por lo que se hace imposible determinar las causas de la variación en cada ensayo en particular. Por otro lado, debido a que la propagación de *Trichanthera gigantea* es vegetativa en la mayoría de las regiones estudiadas, se puede presentar la posibilidad de propagar materiales que sean uniformes genéticamente, es decir, que su propagación se haga a partir de unos pocos individuos parentales. Por esta razón, se planteó la necesidad de establecer el tipo de variación (fenotípica y/o genotípica) encontrada en los ensayos de alimentación y agronómicos. Desde entonces, la Fundación CIPAV inició una colección de germoplasma de *Trichanthera gigantea* con el fin de contar con un banco de material genético de procedencia conocida. Hasta

entonces, sólo se había reportado una variedad de esta especie en la literatura, encontrada en Guyana, *Trichanthera gigantea* var. *guianensis* (Record y Hess, 1992). La colección actual de germoplasma tiene 65 ejemplares representativos de varias regiones de Colombia y Venezuela y hasta la fecha se han identificado 20 procedencias genéticamente diferentes, mediante el método de isoenzimas (Ríos, 1994).

En este artículo se dan a conocer resultados iniciales que ilustran la variación en el valor nutricional de *Trichanthera gigantea*. En la primera parte se discuten los resultados obtenidos en diversos ensayos con esta especie sin conocer sus procedencias, para mostrar la fluctuación en su contenido nutricional. En la segunda parte se muestran los avances en la caracterización del valor nutricional de algunas de las procedencias de la colección de *Trichanthera gigantea* que empiezan a dar un indicio sobre la diversidad genética de esta especie.

La variabilidad genética en especies multipropósito es un recurso que debe ser utilizado adecuadamente. El término procedencia se refiere a un área geográfica y ambiental donde crecieron los árboles progenitores, dentro de la cual se ha desarrollado su constitución genética. La variabilidad entre procedencias en una misma especie, es otra manifestación de la gran diversidad que se presenta en las plantas.

La importancia, enfoques, rasgos importantes y ejemplos de la variabilidad genética de árboles forrajeros, ha sido expuesta anteriormente en esta conferencia por J. Stewart, utilizando los ejemplos de *Leucaena* y *Gliricidia sepium*. La variabilidad, en términos agronómicos y nutricionales de distintas procedencias, ha sido estudiada en varias especies de árboles forrajeros, como lo expuso Stewart.

VARIACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL

En una revisión reciente de los análisis del valor nutricional de *Trichanthera gigantea* efectuados desde 1989, se encontró una gran variación en la composición química de hojas y tallos (Rosales, 1997a). Los datos mostraron que el contenido de proteína cruda de las hojas varió desde el 15,0 al 22,5%. Los contenidos de agua y materia orgánica variaron del 20 al 27% y de 16 al 20% respectivamente. El contenido de minerales en las hojas, varió de 23 a 43 g/kg de Ca, 2,6 a 9,2 g/kg de P, 24 a 37 g/kg de K y desde 7,5 a 12 g/kg de Mg. En los tallos, la variación fue de 21 a 64 g/kg de Ca, 21 a 42 g/kg de P, 24 a 37 g/kg de K y 5,8 a

7,2 g/kg Mg (Rosales y Galindo, 1987; Rosales *et al.*, 1989; Gómez y Murgueitio, 1991; Jaramillo y Rivera, 1991; Rosales *et al.*, 1992; Solarte, 1994; Nhan, *et al.*, 1996).

En cuanto a metabolitos secundarios no se detectaron alcaloides ni taninos condensados en *Trichanthera gigantea* y los contenidos de saponinas y esteroides fueron muy bajos en pruebas preliminares. En otros ensayos de laboratorio más sensibles, se encontraron contenidos de fenoles totales y esteroides de 450ppm y 0,062% respectivamente (Rosales *et al.*, 1989). La fluctuación en el contenido de fenoles totales desde 450 hasta 50 288 ppm, sugiere que esto sea una posible causa de la variación en su valor nutricional. Sin embargo, esto está aún por comprobarse.

Se realizaron pruebas de espectrofotometría en clones de *Trichanthera gigantea*, cosechados en dos épocas diferentes con el fin de lograr una caracterización más completa de los compuestos fenólicos. En los perfiles fenólicos se identificó la presencia de cinco picos fenólicos prominentes en los cromatogramas (entre 20 y 30 minutos). La ausencia de un pico en la región de los 10 minutos confirmó que esta planta no tiene taninos condensados detectados en la extracción (no se han determinado taninos ligados a fibra). Estos resultados sugieren que en esta especie, los taninos responsables de la precipitación de proteína son del tipo hidrolizable y son probablemente sólo 5 compuestos. Los cromatogramas también muestran un aumento de la cantidad de compuestos fenólicos relacionada con la edad de la planta.

Fue imposible determinar en esa revisión las causas de la variación en los componentes químicos de las hojas. Esto sugiere la importancia de determinar con mayor precisión, las variaciones nutricionales en esta especie.

La revisión también evidenció que existe poca o ninguna variación en la degradabilidad *in sacco* de esta especie (teniendo en cuenta las limitaciones de esta técnica), sin embargo, se necesitan muchos más datos para corroborar esta hipótesis. Los resultados mostraron que hay una rápida degradación de más del 50% del material en las primeras 12 horas y que durante las primeras 24 horas casi un 70% del material ha sido degradado. La tasa de degradación se hace mucho más lenta entre las 24 y 48 horas. La rápida degradación inicial sugirió que las hojas están compuestas por carbohidratos de rápida fermentación (carbohidratos

simples o no estructurales). Esto se evidenció en una caracterización del contenido de nutrientes más reciente (Cuadro 1).

Cuadro 1

Composición química (g/kg) de *Trichanthera gigantea* (en base seca).

Proteína cruda	178,2
Proteína soluble en agua	35,4
Proteína soluble (% de la proteína cruda)	19,8
Carbohidratos solubles en agua	43,2
Almidón	248,2
Azúcares totales	170,1
Azúcares reductores	91,6
Pared celular (FND)	294,1
Ligno-celulosa (FDA)	217,6
Extracto etéreo	31,2
Materia orgánica	804,1
Capacidad de precipitar proteína (cm ² /g)	323,5
Taninos condensados (densidad óptica/g)	0
Fenoles totales (densidad óptica/g)	208,8

Fuente: Rosales, 1996.

La fermentabilidad potencial de *Trichanthera gigantea* también ha sido evaluada y concuerda con los resultados de la alta degradabilidad en el rumen de esta especie. En ambos casos, ocurre una rápida fermentación, que demuestra por la tasa de fermentación de la fracción rápidamente fermentable (2,83/h). Al igual que en el caso de la degradabilidad, la mayoría de la fermentación ocurre durante las primeras 12 horas. Esto se relaciona con las altas cantidades de carbohidratos de almacenamiento y no estructurales o fermentables (Rosales, 1996).

En un estudio más reciente sobre la caracterización preliminar del valor nutricional de nacedero se realizó una serie de análisis químicos de muestras recolectadas en tres sitios diferentes en Colombia (Rosales, 1997b). Se tomó un conjunto de muestras (n = 6) en la cordillera occidental en la localidad de El Dovio (Valle del Cauca). Otro conjunto (n

= 12) se recolectó en Buga en la parte plana del Valle del Río Cauca. Se tomaron muestras de plantas que estaban creciendo a distancias de 1m y 0,5m. El tercer conjunto de muestras (n = 6) se recogió en la costa Pacífica, en la localidad del Tatabro, río Anchicayá, de árboles sembrados cerca a la orilla del río y en la parte drenada más alta. Las condiciones ambientales de los sitio de recolección se muestran en el Cuadro 2 y los resultados de los análisis en el Cuadro 3.

Cuadro 2

Características agroecológicas de los sitios de recolección.

	El Dovio	Buga	Tatabro
Altura (msnm)	1 750	1 052	50
Precipitación anual (mm)	1 350	1 200	6 000
Humedad relativa (%)	90	70	>100
Temperatura ambiental (°C)	18	24	28
Suelo	Arcilla-	Aluvial	Sedimentario
.	Ceniza	Neutro.	Aluvial.
.	Acido		Acido.

En el Cuadro 3, se observan diferencias en la composición química aunque no es posible determinar con estos datos, si la variación es debida a causas genéticas o ambientales. La materia orgánica varió desde 73 a 83% lo que se considera como contenidos altos. La proteína varió desde el 9,0 hasta casi el 20%. Se encontró la cantidad más alta de proteína en promedio en las plantas que estaban creciendo naturalmente en la localidad de El Dovio; mientras que la cantidad de proteína más baja en promedio se encontró en las plantas que estaban creciendo en un sistema más intensivo, en Buga en plantas cosechadas cada 3 meses y con intervalos entre plantas de un metro. En cuanto a la cantidad de pared celular, los contenidos más altos se obtuvieron en promedio en las plantas que estaban creciendo en el Tatabro. No se evidenció ninguna tendencia en cuanto a los contenidos de ligno-celulosa.

En los análisis de fenoles totales se obtuvieron los promedios más altos en plantas recolectadas en la zona húmeda de la costa Pacífica (Tatabro) y los más bajos en las plantas que crecían bajo la sombra en Buga y cosechadas cada 3 meses. Las muestras con mayor capacidad de precipitar proteína procedieron de plantas recolectadas en la costa Pacífica y que crecían en una zona húmeda, lo cual corresponde, como se

espera, con la cantidad de fenoles totales citada antes. Las capacidades más bajas de precipitación de proteína se encontraron en las plantas que crecían bajo la sombra en Buga y eran cosechadas cada 3 meses. En promedio la menor capacidad de precipitar proteína se encontró en aquellas muestras recolectadas en la localidad de El Dovio. Los factores

Cuadro 3

Composición química de diferentes procedencias de *Trichanthera gigantea* (base seca).

Procedencia	MO (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	FT (mg)	CPP (cm ² /g)	Fermen tación (ml)
<u>El Dovio</u>							
Crecimiento sin cosecha	73,2	19,6	41,2	28,6	0,4	33,6	45,7
<u>Buga</u>							
1m/planta (cosecha 3 meses)	76,1	9,0	38,8	25,1	0,7	69,1	47,9
0,5m/planta (cosecha 3 meses)	77,2	12,8	41,7	29,2	0,4	55,2	42,9
0,5m/planta (cosecha 1 mes)	75,7	16,7	38,7	21,8	0,7	58,7	36,5
1m/planta, (3 meses, sombra)	72,5	17,8	40,5	25,3	0,2	33,2	31,7
<u>Tatabro</u>							
Crecimiento sin cosecha, río	83,3	12,7	49,5	27,4	1,0	81,8	34,0
Crecimiento sin cosecha, drenado	77,8	15,3	45,0	26,1	0,5	48,8	34,6
<u>Promedios</u>							
El Dovio	73,2	19,6	41,2	28,6	0,4	33,6	45,7
Buga	75,4	14,1	39,9	25,3	0,5	54,0	39,7
Tatabro	80,5	14,0	47,3	26,8	0,8	65,3	34,3

MO = Materia orgánica; PC = Proteína cruda; FDN = Fibra Detergente Neutro; FDA = Fibra Detergente Acida; FT = Fenoles totales (equivalentes a ácido gálico); CPP = Capacidad de Precipitar Proteína; * Producción de gas en 48h

antinutricionales como los fenoles, son una respuesta a las condiciones ambientales; sin embargo es claro que la planta debe tener la disposición genética para producirlos. En este caso, se evidencia que *Trichanthera*

gigantea tiene esta disposición. Este trabajo da indicios sobre cómo las condiciones de humedad, sombra y sistema de cultivo pueden influir en la presencia de fenoles con alta capacidad de precipitar proteína y en general en el valor nutricional de *Trichanthera gigantea*.

En la prueba de fermentabilidad *in vitro*, se encontró que las muestras con mayor fermentación correspondían a aquellas provenientes de un cultivo más intensivo (plantas cultivadas en Buga a 1m de intervalo y cosechadas cada 3 meses). Las de más baja fermentabilidad correspondieron a plantas cultivadas bajo la sombra en Buga.

Estos resultados empiezan a caracterizar de alguna forma la variación fenotípica que puede existir en el valor nutricional de esta especie. Sin embargo, sólo se pueden hacer comparaciones válidas entre procedencias que crezcan juntas en el mismo sitio (para evitar confundir los efectos genotípicos y ambientales). Debido a esto, el efecto de la variación genotípica sólo se puede observar por medio de análisis de las plantas pertenecientes a la colección de germoplasma que estén creciendo bajo las mismas condiciones.

AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA

En 1992, se iniciaron un estudio sobre la etnobotánica de la especie y una colección de germoplasma que en la actualidad cuenta con materiales de las cinco regiones biogeográficas de Colombia (12 departamentos) y tres estados de Venezuela.

El estudio etnobotánico (Ríos, 1994) evidenció que el patrón de distribución de la especie en Colombia, tiene una fuerte influencia antrópica. Con el fin de proteger fuentes de agua, las estacas de *Trichanthera gigantea* fueron trasladadas a nuevas localidades, quizás desde tiempos prehispánicos. En el mismo estudio, no se encontró información sobre propagación sexual. Tampoco se encontraron árboles con semilla sexual en los viajes de recolección de germoplasma realizados hasta 1995. Se considera entonces la posibilidad de tener una base genética muy estrecha de la especie, distribuida en un amplio rango de zonas de vida (11 de acuerdo a la clasificación de Holdridge), ubicadas entre los 0 y 2 150 msnm, con precipitaciones entre 400 y más de 4 000 mm/año.

Se efectuaron pruebas de electroforesis de isoenzimas con materiales vegetales de 52 procedencias colectadas en Venezuela y Colombia, para

establecer la variación genética en la especie. Se utilizaron tejidos de punta de raíces y hojas tiernas, tomados de plántulas cultivadas en arena bajo condiciones de alta humedad durante un mes. La metodología seguida para la tinción de las isoenzimas se adaptó a partir de los protocolos utilizados por CIAT para yuca en geles de poliacrilamida.

Los patrones electroforéticos observados en las isoenzimas $\alpha\beta$ Esterasa ($\alpha\beta$ EST), Diaforasa (DIA), Glutamato oxaloacetato transaminasa (GOT), y Peroxidasa (PRX), revelaron polimorfismo en un segmento del genoma de esta especie. Los patrones revelados por los geles fueron comparados con base en la presencia o ausencia de bandas, con esta información se generó una matriz de ceros y unos a partir de la cual se calcularon distancias genéticas y se elaboró un dendograma a través de técnicas de análisis multivariado. El dendograma generado por el análisis estadístico reveló una separación entre los materiales de Colombia y Venezuela con las isoenzimas PRX, $\alpha\beta$ EST y GOT. De igual manera, se encontraron ocho grupos con patrones electroforéticos diferentes. Estas pruebas preliminares con isoenzimas permitieron establecer la existencia de variación genética en *Trichanthera gigantea* y son la base para el estudio de procedencias de esta especie.

Se realizó una prueba preliminar de fermentación *in vitro* con 6 materiales de la colección y que crecían bajo las mismas condiciones en la parte plana del Valle del Cauca. Todas las plantas eran de la misma edad y fueron cosechadas al mismo tiempo. Se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) en la fermentación de las 6 procedencias (Jabonera, Boyacá; Manizales, Caldas; Chiscas, Boyacá; Cerrito, Valle; Ansermanuevo, Valle; y Yátagos, Boyacá). Las respuestas fueron muy variadas. La fermentación más alta fue de la procedencia Chiscas, mientras que la más baja correspondió a la Manizales con valores intermedios para el resto de las procedencias. En general, estos resultados evidenciaron que para esta especie existe una variación genética importante en su valor nutricional, expresada en este caso en su fermentabilidad. Sin embargo los materiales de Jabonera, Manizales, Cerrito y Yátagos incluidos en la evaluación, revelaron patrones electroforéticos similares. Estos resultados pueden significar que el segmento del genoma evaluado no se relaciona con la expresión fenotípica medida a través del tiempo de fermentación de las hojas, y que las diferencias en los perfiles de fermentación varían entre individuos. Sería interesante realizar estas pruebas con clones y en caso de obtener la

misma respuesta, realizar unas pruebas con ADN que permitan conocer una mayor porción o todo el genoma de la planta, para determinar si existe variabilidad genética entre estos materiales.

El estudio de procedencias de *Trichanthera gigantea* (en curso) comprende la propagación del banco de germoplasma en 5 sitios de Colombia de condiciones agroecológicas contrastantes. En cada sitio, se realizará la evaluación agronómica de las 20 procedencias que presentaron diferencias al ser caracterizadas con marcadores bioquímicos, para identificar los materiales más sobresalientes por sitio. Se evaluará el valor nutricional de las procedencias incluyendo compuestos del metabolismo secundario, su variación anual y se harán pruebas de palatabilidad de los materiales vegetales. Se derivará un «Índice de Potencial Forrajero», el cual agrupará las características agronómicas y nutricionales para clasificar las procedencias más promisorias.

La meta de este proyecto es multiplicar parte de este banco de germoplasma e identificar las procedencias de *Trichanthera gigantea* más promisorias, en términos agronómicos y nutricionales, para condiciones agroecológicas diferentes. Esto dará como resultado una imagen muy completa de la variación genética existente en esta especie.

CONCLUSIONES

Estos resultados son el comienzo de una caracterización más completa de *Trichanthera gigantea*. En ellos se evidencia el potencial de su forraje para la alimentación animal. Se identificaron algunos de los factores que pueden estar influyendo en la variación del valor nutricional de *Trichanthera gigantea*, como son clima, humedad, suelo, sombra y sistema de cultivo. Es probable que existan otros factores igualmente importantes. La variación genotípica expresada en el valor nutricional, aunque todavía falta mucha investigación al respecto, ofrece los primeros indicios de la existencia de algunos ecotipos de mejor valor nutricional que otros. La importancia de establecer la variación fenotípica y genotípica radica en la necesidad de establecer pautas de manejo y estrategias de propagación adecuadas para esta especie.

BIBLIOGRAFÍA

- Chará, J. 1992. *Aproximación hacia un sistema de manejo y reproducción de la gallina criolla en semiconfinamiento*. Informe Técnico Fundación CIPAV, Cali p 33-40.
- Gómez, M. E. y Murgueitio, E. 1991. Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa de nacedero (*Trichanthera gigantea*). *LRRD* 3 (3):14-23.
- Jaramillo, P. H y Rivera, P. E. 1991. *Efecto del tipo de estaca y la densidad de siembra sobre el establecimiento y producción inicial de nacedero Trichanthera gigantea* (Humboldt y Bonpland). Tesis de Grado. Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia.
- Mejía, C. E. 1989. *Alimentación de cuyes (Cavia porcellus) con nacedero y jugo de caña*. Reporte de investigación I semestre de 1989. Convenio inter-institucional para la Producción Agropecuaria en el Valle del Río Cauca (CIPAV). Cali pp49-53.
- Mejía, C., y Vargas, J. E. 1993. Análisis de selectividad de ovejas africanas con cuatro tipos de forrajes. *LRRD* 5(3):37-41
- Nhan, N. T. H., Van Hon, N., Preston, T. R. & Dolberg, F. 1996. Effect of shade on biomass production and composition of the forage tree *Trichanthera gigantea*. *LRRD* 8(2):93.
- Record, S.J & Hess, R. W. 1972. *Timbers of the new world. Use and abuse of America's natural resources*. Arno Press. New York. 642p.
- Ríos Katto, Clara I. 1994. *Apuntes etnobotánicos y aportes al conocimiento del Nacedero Trichanthera gigantea* (Humb. y Bonpl.) Nees. Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. U. Javeriana/IMCA/CIPAV. 62 pp.
- Rosales, M. 1996. *In vitro assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees*. Tesis de PhD, Department of Plant Sciences, Oxford University, Oxford, 214p.
- Rosales, M. 1997A. *Trichanthera gigantea* (Humboldt. Et Bonpland.) Nees, a review. En: *Livestock feed resources and integrated farming systems*. II FAO electronic conference on tropical feeds. Roma, 9p.
- Rosales, M. 1997B. Avances en la investigación en el valor nutricional del Nacedero (*Trichanthera gigantea*, (Humboldt et Bonpland) Nees.) En: *Arboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica*. CIPAV. Cali, Colombia. p127-144.
- Rosales, M. y Galindo, W. 1987. *Aportes al desarrollo de un sistema de alimentación para cabras en el trópico*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias; Palmira.
- Rosales, M., Preston, T.R., & Vargas, J.E. 1992. Advances in the characterization of non conventional resources with potential use in animal production. In: British Society of Animal Production. *Animal Production in Developing Countries*. Occasional Publication No.16, p228-229.
- Rosales, M. Galindo, W. F., Murgueitio, E., y Larrahondo, J. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de Guamo, Nacedero y Matarratón. *LRRD* 1(1)
- Sarria, P., Villavicencio, E. y Orejuela. 1991. Utilización del follaje de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en la alimentación de cerdos de engorde. *LRRD* 3(3):51-58.

- Solarte, J. A. 1994. *Experiences from two ethnic groups of farmers participating in livestock research in different ecological zones of the Cauca Valley of Colombia*. M.Sc. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 80p.
- Vargas, J. E. 1990. *Utilización de jugo de caña y fuentes proteicas no convencionales en la ceba de conejos*. Documento interno de trabajo CIPAV, Cali 5p.
- Wang, T. C. & Fuller, M. F. 1989. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 1. Experiments by amino acid deletion. *British Journal of Animal Nutrition*. 62:77-89.

Comentarios Generales

Manuel Sánchez sobre los últimos artículos de la conferencia.

Los últimos artículos de la conferencia electrónica que tratan sobre especies de árboles y arbustos forrajeros, y otra información sobre especies promisorias, nos indican claramente que los forrajes en los trópicos pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Los pastos, naturales o mejorados con digestibilidades que van de 45-55% y contenido de proteína de 6 a 15% dependiendo de la especie, su manejo (frecuencia de corte y pastoreo; fertilización) y de su asociación con leguminosas. Su calidad nutritiva cambia muy rápidamente con la edad del rebrote, en particular en la época seca.
- Las leguminosas herbáceas, arbustivas o arbóreas. Con digestibilidades de 50 a 70% y contenidos de proteína de 14-30% dependiendo de la especie, de la parte de la planta y su estado de madurez. La calidad nutricional se mantiene con el tiempo. Muchas leguminosas contienen principios antinutricionales y taninos, estos últimos pueden ser beneficiosos o perjudiciales según la dieta.
- Los forrajes de alta calidad (High Quality Forrages o HQF en inglés) que presentan digestibilidades de 70 a 90% y contenidos de proteína de 15 a 30% dependiendo de la especie y de la parte de la planta (hojas > tallos). Entre estos se encuentran la morera (*Morus* spp.), el follaje de yuca (*Manihot esculenta*), la chaya (*Cnidoscolus* spp.), el hibiscus (*Hibiscus* spp.), el malvaviscus (*Malvaviscus* spp.), botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y otras, que serán tratadas en un artículo próximo de Jorge Benavides.

En términos de rendimiento de materia seca, tal vez el orden sea: pastos > forrajes de alta calidad > leguminosas, pero en términos de rendimiento de nutrientes digestibles, el orden general sea: forrajes de alta calidad > leguminosas > pastos. Entre estos forrajes de alta calidad el que está más distribuido y ha recibido más atención es sin duda la morera. Según los investigadores del Centro Regional de Sericultura de la Universidad Agrícola del Sur de China (Guangzhou, Guandong, China), hay evidencia de la domesticación y cría del gusano de seda, y por tanto de la morera, la planta de la que se alimenta, desde hace cerca de 5 mil años. Esto la pone al frente de la alfalfa, la «ex-reina» de las forrajeras (para climas templados), ya que hemos descubierto que tenemos una nueva soberana.

La morera crece en variedad de climas desde templados a tropicales, y ha sido llevada a muchos países del mundo con los proyectos de sericultura, que en su mayoría han fracasado, sin embargo, la morera ha quedado, para el beneficio de la ganadería. Los rendimientos y la calidad de la morera son excepcionales, como nos lo ha indicado Jorge Benavides en su excelente artículo. Claro que no es por casualidad que la planta es buena, sino que ha sido seleccionada por mucho tiempo como forraje de corte para satisfacer las altos requerimientos nutricionales de un animal, monogástrico, el gusano de seda. Si se pueden crear gusanos de seda con esta planta, ¿porque no se pueden crear otros monogástricos como cerdos, aves, conejos, cuyes, etc? Su valor para rumiantes grandes y pequeños es incuestionable. La hibridación de la morera empezó en los años cincuenta, y actualmente las variedades que se usan para la producción del gusano de seda son de muy alta calidad y rendimiento, y muchas se siembran por semilla (no por varas). En mi reciente visita a China pude comprobar como el país mayor productor de cerdos del mundo, en la provincia de Sichuan, la de mayor población de cerdos del país, las cerdas (madres de grandes camadas de cerditos) son alimentadas exclusivamente con residuos (verdes) de cosecha y otros forrajes, nada de granos. Y hasta hace poco tiempo, antes de que los norteamericanos y canadienses introdujeran su cerdos magros que se usan para cruzamientos terminales, los cerdos en crecimiento también eran alimentados mayormente con alimentos verdes suplementados con tubérculos de camote (*Ipomea batata*) y subproductos de granos. En la actualidad los cerdos cruzados se alimentan con dietas mixtas de forrajes y concentrados). Tal vez el forraje de mayor calidad, según los estudios de Benavides, es la chaya, planta que ha sido domesticada para consumirse como vegetal por los mayas desde hace también mucho tiempo. Desafortunadamente, esta especie no ha sido seleccionada ni mejorada como en el caso de la morera. En esta especie hay mucho trabajo por hacer. La recomendación general en cuanto a la producción de forraje, es que siempre que sea posible, técnica, social y económicamente, la preferencia debe estar en producir forrajes de alta calidad, recordando que las altas producciones de forraje contienen muchos minerales que deben ser devueltos al suelo para mantener su fertilidad. Esto implica un buen sistema de reciclaje de nutrientes (aplicación de estiércol al suelo) y/o la asociación con leguminosas como se está haciendo en Costa Rica y en Colombia. Hago un llamado a todos los especialistas en forrajes y en nutrición/producción animal, a aceptar

esta realidad, y a modificar sus prioridades para poder intensificar de manera sostenible, con recursos locales, la producción animal, para beneficio de la población rural y urbana.

Roberto D. Sainz

Sobre los comentarios de Manuel Sánchez y otros

Quiero antes de todo felicitar a los organizadores por una conferencia de alta calidad y extrema importancia para la ganadería tropical. Esta es mi primera intervención, no por falta de interés sino porque he aprovechado una gran oportunidad de leer y aprender tanto con las ponencias de los colegas de más experiencia. Con este tipo de comunicación, estamos superando y yendo mucho más allá de nuestros colegas en el 'primer mundo'. Con respecto a las clasificaciones de forrajes tropicales que propone Manuel Sánchez, y de las técnicas de evaluación *in vitro* de Rogerio Martins Mauricio, y de las mezclas de forrajes que explicó Mauricio Rosales, Juan Ku Vera y otros: Los sistemas de alimentación utilizados en los países más desarrollados, es decir, del NRC, AFRC, INRA, etc., son apropiados para los alimentos y sistemas de producción que se encuentran en esos países, pero hay muchos ejemplos de los fracasos de esos sistemas en el trópico. Sin embargo, seguimos intentando aplicarlos, modificarlos y adaptarlos para el trópico, como si no tuviéramos más remedio que seguir el mismo camino, de la misma forma que lo hemos hecho con los sistemas de producción. Una de las cosas que he aprendido con esta conferencia es que hay un potencial enorme de mejorar la productividad de la ganadería tropical, si abandonamos los modelos importados de los países de clima templado. De la misma manera, hace falta investigar sistemas de alimentación que sean específicos para los alimentos, los animales, y los sistemas de producción tropicales. Cualquier sistema de alimentación que pretende hacer predicciones de la calidad de los alimentos y de las mezclas de los mismos, y de la producción esperada por diversos tipos de animales alimentados con estas dietas, necesita basarse en la biología fundamental de la digestión y del metabolismo. De lo contrario, estamos condenados a verificar empíricamente el resultado de todas las posibles combinaciones de alimentos, obviamente una tarea Herculeana. Por ejemplo, los factores antinutricionales muchas veces actúan en la población microbiana en el rumen, afectando así la fermentación. Estos efectos solamente pueden ser simulados por un modelo que incorpore explícitamente los procesos

ruminales. Tal modelo podría entonces utilizar datos como los que propone Mauricio Rosales para predecir la calidad nutritiva de cada mezcla. Llamo la atención de los participantes al trabajo de Baldwin, France, Gill, Beever, Dijkstra y otros, que han simulado estos procesos con modelos matemáticos, como ejemplos del tipo de modelo que nos puede ser útil. Me interesaría leer los comentarios de los colegas al respecto. Otra vez, gracias por esta oportunidad, y por favor disculpen los errores en el español.

Roberto Sánchez; Gustavo Febles; Tomás Ruiz y Jatnel Alonso

En varias de las conferencias se ha hecho referencia a lo favorable de la sombra de los árboles para la producción animal pero nunca se abunda lo suficientemente en este aspecto. El conocimiento empírico que poseen los hombres de campo sobre este aspecto es muy amplio pero también muy contradictorio. Dependiendo de la combinación de especies prateras y arbóreas así como de las condiciones climáticas y de suelo que se presenten en cada situación, habrá opiniones a favor o en contra de la calidad del pasto sombreado, de su rendimiento e incluso acerca de si este puede desaparecer o no desplazado por otras especies o el suelo desnudo. También existe el criterio de que aunque el pasto sombreado se vea más verde es menos apetecido por los animales. En una revisión de la bibliografía sobre el tema, Blanco (1997) encontró que no todos los pastos tropicales responden de la misma forma a la presencia de la sombra de los árboles. Wilson (1993) también se pronuncia al respecto. Ambos resumen así el comportamiento de las siguientes especies de pastos.

Comportamiento de algunas especies de pastos a la sombra.

Tolerante	Medianamente tolerante	Poco tolerante	Referencia
<i>Panicum maximum</i>	<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Andropogon gayanus</i> CIAT-621	Blanco, 1977
<i>Desmodium ovalifolium</i>	<i>Digitaria decumbens</i>	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-6780	Blanco, 1977
<i>Centrocema acutifolium</i>	<i>Nemathria altissima</i>	<i>P. maximum</i> CIAT-6299	Wilson, 1993
<i>Macrocarpus sp.</i>	<i>Paspalum notatum</i>	<i>P. maximum</i>	Wilson, 1993
<i>Cenchrus ciliaris</i>	<i>Chloris gayana</i>	<i>Heteropogon contortus</i>	Wilson, 1993

Blanco (1997) en el trabajo ya citado también concluyó que de forma general, el efecto de la sombra sobre el pasto se manifiesta en:

- Un menor contenido de materia seca.
- Una reducción de la digestibilidad del material.
- Un aumento del % de hojas.
- Una reducción de la concentración de los carbohidratos solubles.
- Un aumento significativo de la concentración del N proteico y no proteico.
- Un aumento en la concentración de los minerales y la extracción.

Por su parte Febles, Ruiz y Simón (1995) plantean que las asociaciones entre árboles y pastos u otros cultivos tiende a atenuar las máximas temperaturas a nivel del estrato inferior lo que favorece una tasa de maduración menor y en consecuencia una pérdida más lenta de la digestibilidad. Existen otras informaciones valiosas respecto al efecto beneficioso de la sombra sobre el animal. Wilson *et al.* (1990) al estudiar pastos tropicales sombreados artificialmente y desarrollados en soluciones de cultivo no encontraron respuestas a la sombra por lo que sugieren que el beneficio de la sombra natural se debe a factores del suelo que entre otros efectos provoca una más rápida mineralización del nitrógeno. Sin embargo, estos y otros trabajos acerca del tema no incluyen una valoración acerca de si el efecto de la sombra de los árboles sobre el pasto es suficiente para lograr un incremento en la producción animal, indicador de vital importancia para tomar las muchas veces costosa decisión de establecer árboles de sombra en los potreros. En ese sentido los trabajos encaminados a conocer el efecto de la sombra en la producción de leche vacuna (Davison *et al.*, 1988, Muller *et al.*, 1994) argumentan que el incremento en el consumo de pasto debido a la mejora en el confort animal al atenuarse las condiciones climáticas adversas y poder los animales regular mejor su equilibrio térmico y por tanto aumentan la eficiencia en el uso de la energía del alimento para la producción. El mismo argumento (sin encontrar incremento en el consumo de alimento) plantean Ugarte y Domínguez (1977) y Valtonta (1995) para justificar los ligeros incrementos en la producción de leche que lograron en sus experimentos. Considerar el efecto directo de la sombra sobre los animales separado de aquel indirecto que puede representar el pasto sombreado pudiera ser una de las causas por la que predomina el criterio de manejo de proveer la sombra artificial a los animales durante los

períodos en que las condiciones climáticas son más adversas. Conocemos que las ventajas del componente arbóreo en los sistemas silvopastoriles debe ser evaluada de forma integral y que el empleo de los árboles debe tener un criterio multipropósito pero nos gustaría acceder a más información que profundice en el tema específico de la sombra haciendo hincapié en las medidas de manejo que consideramos esenciales para poder optimizar el efecto de la sombra en la productividad tanto del pasto como de los animales.

Blanco, F. 1997. Efecto de la sombra sobre la dinámica del pastizal en un sistema silvopastoril. Conferencia en: Diplomado en Silvopastoreo. Estación Experimental de Pastos y Forrajes. Indio Hatuey.

Davison, T.M.; Silver, B.A.; Lisle, A. T. & Orr W.N. 1988. The influence of shade in milk production of Holstein-Friesian cows in a tropical optand enviroment. Australian Journal of Experimental Agriculture. 28:149.

Febles, G., Ruiz, T.E.; y Simón, L. 1995. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. Seminario Científico-Internacional. XXX Aniversario. Instituto de Ciencia Animal. 25-27 de octubre 1995. ICA. Cuba.

Muller, C.J.C.; Botha, J.A; & Smith, W.A. 1994. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a mediterranean climate in South Africa. 1. Feed and water intake, milk production and milk composition. Afr. Tydskr. Veek 24:56

Ugarte, J. y Domínguez, 1977. Comparación entre autopastoreo con sombra artificial y pastoreo dirigido con sombra natural para la producción de leche. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola 11:137

Vallorta, S.E.; y Leva, P.E.; Galladom, M.R. 1995. Evaluación de diferentes tipos de sombra para mejorar el confort de las vacas lecheras.En: Memorias XIV Reunión ALPA-19 Congreso AAPA.

Wilson, J.R.; Vallis, I.; Catchpoole, V.R. & Wild D. 1990 Biennial Research Report 1988-1990. Tropical crops and pacture division. CSIRO. Australia pp 72.

Wilson, J.R. 1993. Improving sown grass productivy. Project. AM25 Biennial Research Report 1991-1993. Division of Tropical crops and pastures CSIRO. Australia.

El silvopastoreo en Cuba

Arsenio Renda, Efraín Clazadilla, Marta Jiménez y Joaquín Sánchez.

Instituto de Investigaciones Forestales, Cuba

(Tomado del libro «La Agroforestería en Cuba», Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales, FAO, Santiago, Chile, 1997)

SUMMARY

The article describes both the traditional and modern technologies of silvipastoral systems in Cuba for about 40 years (from 1953 to 1993). It describes in some detail, the traditional systems: grasslands with trees in extensive cattle production systems, live fences, wind barriers and trees for forage. The description not just includes how they were used and the involved species but also it explores the causes of the decline of the traditional systems. The modern silvipastoral systems are presented as innovative technologies with the objective of producing beef, at a low cost, for auto consumption of cooperatives and enterprises; at the same time as the environmental impact of livestock production is reduced. Results of the territorial management of two river basins where silvipastoral systems were established are presented. Also, the article shows research on silvopastoral systems that include several plant and animal species. This includes studies of the relation plant-soil-animal as well as the measurements of some of environmental impact variables in silvipastoral systems in Cuba for more than five years.

TECNICAS TRADICIONALES

Sistemas agrosilvopastoriles arboles con pastos

La ganadería extensiva con animales rústicos, como los de raza cebú y criolla (producto de diversos cruzamientos), fue la práctica prevaleciente en Cuba antes de 1959, a excepción de algunas vaquerías con tecnologías

modernas localizadas en la provincia de La Habana (Ministerio de la Agricultura, 1987).

Existían, y aún prevalecen, grandes extensiones dedicadas a pastizales, principalmente en suelos con limitaciones para la agricultura, de topografía ondulada, que presentaban árboles forestales y frutales en forma dispersa, cuya función principal era sombrear a los animales.

Numerosas especies pueden ser mencionadas; algunas proporcionan sombra y otras alimento para los animales, ya sea por su follaje o sus frutos. Entre ellas se encuentran: *Samanea saman*, la más común en los pastizales de Cuba, cuyo fruto es comido con avidez por el ganado (Roig, 1953); *Guazuma ulmifolia*, su follaje es comido por rumiantes menores y sus frutos por los cerdos; *Cordia collococca* (ateje), alimento preferido de la avifauna y *Pithecellobium dulce* (inga). En menor proporción aparecen otras especies como: *Spondias mombin*, cuyo fruto es consumido con moderación por el ganado vacuno y los cerdos; *Mastichodendrom foetidissimum*, su fruto lo comen los animales en general y *Calophyllum brasiliense* var. *antillanum* (ocuje) de frutas apetecibles para los cerdos (Roig, 1953).

Con frecuencia en los pastizales se permite la presencia de árboles de alto valor maderable, entre ellos: *Bucida buceras* (júcaro), *Cedrela odorata*, *Geoffroea inermis* (yaba) y *Swietenia mahagoni*. En muchos casos se dejan algunas especies de menor valor económico como: *Ceiba pentandra* (ceiba), *Ficus sp.*, *Sterculia apetala* (anacahuita), y otras; representativas de las diferentes formaciones boscosas de Cuba, o introducidas y muy comunes en los campos.

Las especies frutales son también abundantes en los potreros y forman arboledas en las cercanías de las instalaciones pecuarias. Es común observar la presencia de: *Anacardium occidentale* (marañón), *Citrus limon*, *Citrus sp.* (naranja), *Cocos nucifera*, *Crescentia cujete*, *Mangifera indica*, *Pouteria mammosa* y *Psidium guajaba*. *Crescentia cujete* es muy apreciada, pues sus frutos son utilizados tradicionalmente por la población rural como vasijas y recipientes de uso doméstico.

Asociadas a los árboles, en los pastizales aparecen las palmas y se destacan entre ellas: *Roystonea regia* (palma real), considerada el árbol nacional y que puede calificarse como de uso múltiple: fructifica todo el año y produce hasta ocho racimos, con un peso medio de 22,7 kg, su fruto conocido como palmiche, es consumido por los animales (cerdo en particular) (Roig, 1953); sus hojas y su madera sirven para la construcción

de viviendas rústicas. Según la región fisiográfica, se encuentran además: *Acrocomia armentalis* (palma corajo), *Coccothrinax miraguana* (miraguano), *Copernicia sp.* (yarey) y *Sabal florida* (palma cana).

En la provincia de Pinar del Río, en el territorio conocido como «Alturas de Pizarras», se asocia *Quercus cubana* (encino) al bosque natural de *Pinus tropicalis*. En el bosque, en áreas acuartonadas o abiertas, los campesinos, y las granjas estatales, practican la cría de cerdos y aprovechan los frutos de los encinos (bellotas) para su alimentación, con lo que se obtiene una carne de óptima calidad.

A partir de la década del sesenta, comenzó un programa integral de desarrollo agropecuario que incluyó a la ganadería vacuna, con la transformación de la masa rústica y escasa producción de leche, en una de características lechera y resistente al clima de Cuba. Asimismo, se constituyeron miles de instalaciones con tecnologías modernas y más de 2 000 dotadas de ordeño mecánico (Ministerio de la Agricultura, 1987).

Simultáneamente se introdujeron nuevas técnicas de manejo como el Pastoreo Racional Voisin (Voisin, 1962) que permitía la explotación intensiva de las áreas ganaderas y la utilización de altas cargas, lo que posibilitó elevar en poco tiempo la producción lechera. Pero en muchas ocasiones la transferencia de tecnologías foráneas no fueron adaptadas a las condiciones específicas de Cuba, como fue el caso del manejo y explotación de los pastos por el Método Voisin, que conllevó a eliminar los árboles frutales y forestales y las cercas vivas en áreas extensas, por el concepto erróneo que afectaban la productividad de los pastos, con consecuencias negativas.

Por el contrario, hoy en día tales conceptos han evolucionado y se aprecia una tendencia opuesta: reincorporar al árbol en las tierras de pastizales, que abarcan en la actualidad una superficie de 2,2 millones de hectáreas. En las instrucciones de aplicación del Pastoreo Racional Voisin Mejorado, se propone el establecimiento de árboles de sombra a razón de 100 ejemplares/ha y setos vivos en los linderos exteriores (Ministerio de la Agricultura, 1991).

La asociación de árboles y pastos, como generalidad, presenta una distribución espacial y densidades que varían de 10-50 árboles/ha, que representan un potencial económico por los productos que pueden aportar (madera para aserrío, leña, etc). Además constituyen una fuente alternativa de alimentos para diferentes especies de animales, y cumplen

funciones ecológicas al proteger al suelo de la erosión, al conservar su humedad y al disminuir la evapotranspiración de las plantas.

Cercas vivas

Las cercas vivas se han utilizado tradicionalmente y forman parte del paisaje cubano. Se observan en los linderos de las fincas. Además, las hileras de árboles son utilizadas como postes vivos.

Generalmente en Cuba se han utilizado leguminosas, arbustivas o arbóreas pequeñas, con capacidad de rebrotar, y de ser reproducidas por estacas. Además, se seleccionan con más frecuencia aquellas de uso múltiple, capaces de aportar madera de uso directo, leña, forraje, o que son melíferas o medicinales.

Entre las especies más comúnmente utilizadas, en su mayoría de la familia *Papilionaceae* (León y Alain, 1953; Roig, 1953), se encuentran las siguientes:

- *Erythrina berteroana* es muy utilizada en Camagüey, la provincia ganadera por excelencia.
- *E. grisebachii* (piñón real) es la más utilizada para cercas en las provincias de La Habana y Matanzas.
- *E. poeppigiana* se usa como seto vivo en todo el país, y se emplea extensivamente como árbol de sombra del cafeto en la región oriental de Cuba.
- *Gliricidia sepium* es la más empleada en todo el país.
- *Jatropha curcas* (piñón de botija).

Además, es muy generalizado el empleo de otras especies arbóreas no leguminosas como:

- *Bursera simaruba* por su fácil reproducción por estacas y por su uso medicinal (Roig, 1953).
- *Guazuma ulmifolia* porque el ganado come a veces sus frutos y hojas.
- *Pithecellobium dulce*.
- *Spondias mombin* por la facilidad con que se propaga por estacas y porque sus frutos los comen los cerdos y el ganado vacuno.

Por otra parte, y aunque no se trata de especies forestales, los campesinos utilizan como setos vivos a *Bromelia pinguin* (piña de ratón), la cual en algunos casos constituye barreras para detener la erosión, y a *Lemaireocereus hystrix* (cardona), una especie de cactus.

Cortinas rompevientos

Las cortinas rompevientos no se practicaron de forma tradicional en Cuba, ya que con anterioridad a 1959 la actividad forestal era casi nula. Las primeras cortinas (Betancourt, 1993, comunicación personal), se establecieron en Los Puentes, Motembo, provincia de Matanzas, con la plantación de *Casuarina sp.* para proteger una plantación de *Mangifera indica*. De ahí que las cortinas rompevientos han constituido una tecnología innovadora introducida en el país con vistas a mejorar y proteger los sistemas de cultivo de los vientos alisios que soplan regularmente del nordeste y del norte, que pueden alcanzar hasta 100 km/h, y de los vientos del sur de hasta 126 km/h, pero menos frecuentes, y de los ciclones que a veces azotan a la isla (Boytel, 1972).

A partir de 1967, se iniciaron estudios técnicos integrales con la participación del Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA), de la Universidad de La Habana, de la Dirección Nacional de Mecanización y del Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestal (INDAF), y se elaboraron las primeras normas técnicas de algunos cultivos, donde se incluía el establecimiento de cortinas rompevientos. Simultáneamente, se comenzaron ensayos de establecimiento de éstas y de barreras antierosivas en la provincia de Pinar del Río, que trazaron las pautas a seguir en los trabajos posteriores (INDAF, 1972).

En 1972 existían en Cuba aproximadamente 3 500 km de cortinas rompevientos: 1 600 km correspondían a cítricos, 800 km a plátano, 400 km a tabaco y 370 km a frutales. Si se considera un ancho promedio de 10 m, la protección efectiva se extendería a más de 100 000 ha, ya que con una altura media de 15 m, se induce una protección a los cultivos de 20 veces dicha altura (INDAF, 1972).

Las cortinas se establecieron en disímiles localidades, a lo largo y ancho de Cuba (Sandino, Pinar del Río, Artemisa, Habana, Jagüey Grande, Matanzas, Ciego de Avila, Veguitas, Granma, Valle de Guantánamo, y otras), por lo que se utilizaron diferentes especies y diseños. Entre las especies más empleadas se encuentran: *Callophyllum brasiliense* (ocuje), *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Citrus limon*, *Eucalyptus saligna* (eucalipto), *Hibiscus elatus*, y *Tamarix indica* (tamarindo).

A partir de 1973, comenzó a declinar el auge alcanzado por las cortinas rompevientos en la medida en que fueron imponiéndose criterios en contra de ellas, ya que: reducen la superficie efectiva de cultivo;

causan una disminución en los rendimientos debido a la competencia de las raíces de los árboles; porque la sombra que proyectan sirve de refugio a una fauna perjudicial, constituida por ratones, gorriones y otros; y porque constituyen un obstáculo para la mecanización. Por estos motivos las cortinas rompevientos, dejaron de ser prioritarias en los programas de reforestación, aunque aún se pueden observar en muchas partes del territorio cubano. Ellas han protegido con eficacia plantaciones de cítricos en Pinar del Río, cultivos temporales en Granma, pastizales en La Habana, plantaciones de caña de azúcar en Guantánamo, etc; así mismo, han representado una fuente de productos maderables cuando se ha procedido a su aprovechamiento. Es por esto necesario rescatar esta técnica que bien aplicada puede contribuir a proteger cultivos importantes para el país, como plátano, cítricos, y otras, y contribuir a la conservación del medio ambiente y a diversificar la producción.

Arboles para forraje

El empleo de forraje de especies arbóreas como alimento animal (ganado bovino, caballar y ovino-caprino) ha sido una práctica tradicional de la población rural para complementar el régimen alimenticio o fortalecerlo en el período de sequía. Entre las especies más utilizadas se encuentran: *Brusimum alicastrum* (guáimaro), *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Trophis racemosa* (ramón de caballo). En el caso específico de *Erythrina beteroana*, su follaje se utiliza en la alimentación de conejos. En los últimos años se ha difundido por todo el país la utilización sistemática de *Leucaena leucocephala* en los denominados bancos de proteínas, donde se pastorean los animales directamente. Así mismo, en el Instituto de Investigaciones Forestales (IIF), a escala experimental, se ha utilizado el follaje de algunas especies forestales, como *Lysiloma latisiliqua* y *Pinus caribaea*, en la elaboración de harinas que han sido empleadas en la alimentación de pollos de ceba (Leyva *et al.*, 1990) y de gallinas ponedoras (Leyva *et al.*, 1989), respectivamente.

Pero no sólo es aprovechado el follaje, ya que muchas especies forestales aportan también sus frutos. Es el caso de *Samanea saman*, árbol ampliamente difundido en los pastizales de Cuba, cuyos frutos son muy apetecidos por los bovinos. Por otra parte, un numeroso grupo de especies autóctonas que forman parte del bosque semicaducifolio sobre suelos calizos, poseen frutos comestibles para los cerdos, aves y fauna silvestre (Roig, 1953): *Byrsonima crassifolia* (peralejo), *Calophyllum brasiliense*,

Chrisophyllum oliviforme, *Cordia collococca*, *Guazuma ulmifolia*, *Manilkara grisebachii* (acana), *Mastrichodendrom foetidissimum*, *Oxandra lanceolata*, *Pseudolmedia spuria* (macagua), *Quercus cubana*, *Roystonea regia* y *Spondias mombin*.

TECNOLOGIAS INNOVADORAS

Sistemas silvopastoriles

En el contexto nacional ha existido una tendencia a incorporar técnicas novedosas en la actividad agropecuaria y, más recientemente, también en la forestal, influenciadas por el desarrollo masivo y creciente de la reforestación y los logros obtenidos en las investigaciones científico-técnicas relacionadas con la silvicultura.

Un ejemplo de ello, ha sido la difusión en la esfera productiva de las prácticas silvopastoriles, incentivadas por los resultados positivos obtenidos en una parcela experimental donde se evaluó el comportamiento de animales de la raza ovina criolla pelibuey, bajo una plantación forestal de especies latifolias: *Khaya nyasica*, *K. senegalensis* y *Swietenia macrophylla* (Calzadilla, 1991; 1992).

En 1988, una encuesta realizada a nivel nacional estableció que 1,342 cabezas de ganado ovino se pastoreaban en 3 865 ha de plantaciones forestales constituídas por un grupo de 19 especies. Estas cifras son sólo indicativas, ya que en la actualidad los datos reales son mayores, siendo alentador el hecho de que en ninguna de las veintiuna localidades encuestadas se informara de daños a los bosques, ubicados la mayoría de ellos en suelos de vocación forestal, preferentemente de topografía ondulada hasta alomada.

El pastoreo con ganado ovino se ha extendido también a plantaciones de especies frutales como: *Mangifera indica*, *Persea americana* y *Psidium guajaba*. En todos los casos se acude al aprovechamiento de estas áreas con el objetivo de producir carne, a bajo costo, para el autoconsumo de empresas y cooperativas.

En menor proporción, en los últimos años, los ganaderos han utilizado algunas áreas de bosques naturales o artificiales, para el pastoreo de ganado bovino, sobre todo en los momentos críticos del período seco (noviembre-abril); sin embargo, estas prácticas no son recomendables para los bosques naturales (coníferas y latifoliadas) por las alteraciones que producen en la regeneración natural.

Los bancos de proteínas con especies forestales, arbóreas o arbustivas, han tenido gran acogida, en parte para enriquecer la dieta de los animales, y para reducir el consumo de alimentos concentrados, que son costosos y deficitarios. Castillo *et al.* (1989) demostraron las ventajas del empleo de *Leucaena leucocephala* en los bancos de proteína con libre acceso o acceso limitado, en la producción de carne bovina o leche, y su uso se ha extendido a muchas zonas ganaderas del país.

Las áreas dedicadas a la ganadería también han sufrido una drástica reducción de sus arboledas por efecto de la tala, la quema y el empleo de postes de cemento o de madera seca en sus cercos. Como consecuencia, se han reducido las áreas de sombra, así como posibles fuentes de alimento para el ganado. Aparejado a esto, la calidad y productividad de los pastizales se ha reducido a causa del aumento de la evapotranspiración, la erosión y los métodos inadecuados de pastoreo.

La toma de conciencia de la importancia del árbol en la estabilidad ecológica y productiva de los pastizales, ha motivado la aplicación de directivas técnicas del área ganadera del Ministerio de la Agricultura encaminadas al restablecimiento de los setos vivos, los árboles de sombra, y otros, que son de obligatorio cumplimiento.

Según Melchanov (1990), el incremento en un 2 a 3% de la superficie boscosa de los pastizales, aumentaría en 3-4 mm las reservas de humedad como consecuencia de la reducción de los índices de evapotranspiración.

En los trabajos de ordenación y manejo integrado de Río Hondo, municipio de San José de las Lajas, provincia La Habana, cuya actividad económica principal es la ganadería, los productores forestales y ganaderos acordaron un conjunto de prácticas silvícolas y silvopastoriles con vistas a la recuperación ecológica de la zona y al fortalecimiento de las actividades económicas. Entre las más sobresalientes figuran:

- Establecimiento de fajas forestales hidrorreguladoras en cursos de aguas principales.
- Fomento de bosques protectores en el parteaguas y laderas aledañas.
- Introducción de *Leucaena leucocephala* en áreas de pastizales.
- Creación de masas semilleras de *Albizzia procera*, *Gmelina arborea* y *Melia azedarach*, entre otras.
- Creación de arboledas con frutales.

A sólo cinco años de introducidos los árboles en la cuenca de Río Hondo, es apreciable el impacto ambiental ocurrido. Se evidencia una mejora del microclima, se ha estabilizado el escurrimiento en los cursos fluviales y se ha incrementado la fauna, entre otras.

Se ha trabajado de forma especial en la ordenación integral de la cuenca del Río Calabazas, de 2 900 ha de extensión (Jiménez *et al.*, 1993), donde el uso de la tierra fue definido a partir de diferentes estudios básicos realizados (suelo, pendiente, uso actual de la tierra, ordenación forestal, vocación, etc.), lo que permitió la caracterización físico-geográfica del territorio. Esta subcuenca, que forma parte del sistema hidrográfico del río Sagua de Tánamo, se localiza en la zona montañosa al noroeste de Guantánamo, y pertenece a la Empresa Agropecuaria de Montaña «Arturo Lince González». El ordenamiento de ella ha tenido como base la aplicación de los sistemas agroforestales, ya que aproximadamente el 50% de su territorio se dedica a la producción cafetalera. Se definieron las áreas para la actividad forestal, con un porcentaje alto dedicado a la protección de los suelos y las aguas y se incrementaron las áreas dedicadas a frutales. Aunque con poco potencial para la producción ganadera, se estableció un silvopastoreo con ganado bovino de cría, el cual se fundamenta en el pastoreo controlado o racional y el establecimiento de fajas forestales periféricas, con la utilización de las áreas de menor pendiente para pastizales, divididas en cuarterones. Se tiene previsto continuar con este método de trabajo en otras subcuencas de la misma empresa.

Investigaciones silvopastoriles

En los territorios montañosos de Cuba, cuando la agricultura se vuelve insostenible, se practica la ganadería extensiva. Este proceso histórico, característico del uso de la tierra, es una de las causas de la modificación ecológica, que ha llegado a un punto casi irreversible.

En 1981 se iniciaron investigaciones silvopastoriles en la Sierra Maestra, cuyos objetivos básicos eran (Rodríguez, 1981): buscar alternativas a los métodos de pastoreo tradicionales, reducir la masa ganadera bovina e incrementar la población de ganado menor, en particular la ovina, y elevar la producción de alimentos de origen animal; todo esto combinado con la producción forestal y bajo principios de sostenibilidad.

Con ese fin se establecieron dos ensayos, ambos ubicados en el municipio de Guisa, provincia de Granma: parcela silvopastoril «La Caoba» con ganado ovino, y parcela silvopastoril «El Corojito Este» con ganado bovino de ceba. La primera se localiza en áreas de la EEF Guisa, en un sitio representativo de las estribaciones de la Sierra Maestra.

En el período 1982-1987, se estudiaron cinco ciclos de pastoreo, tres con hembras en desarrollo y dos con corderos de ceba (Calzadilla, 1991). El experimento consistió en introducir animales de la raza ovina criolla pelibuey, bajo una plantación de cuatro años de edad constituida por: *Khaya nyasica*, *K. senegalensis* y *Swietenia macrophylla*. El área se dividió en seis cuarterones y se estableció un sistema de rotación con 30 días de descanso al pasto, *Panicum maximum* (hierba de guinea). En 1982 se utilizó una carga de 11 animales/ha, pero en 1987 ésta se redujo a 7.

El incremento medio de peso de los animales en los tres primeros ciclos fue de 66 g/animal/día en la categoría hembras en desarrollo, y en los dos últimos, con corderos de ceba, fue de 57,5 g/d (Cuadro 1). Tales resultados pueden considerarse satisfactorios, ya que en un régimen normal de producción, en condiciones llanas, pastoreo normal y pienso suplementario, se obtienen incrementos de 90 g/d (Rafael Reyes, 1987, Comunicación personal). Ramírez (1990) informa que con edades comprendidas entre cinco y doce meses (edad similar a los animales del experimento), las ganancias en peso son de 76,8 g/d.

Cuadro 1

Parcela silvopastoril «La Caoba»: ganancia en peso del ganado ovino

Tipo de ganado (N° de animales)	Edad (meses)		Peso vivo (kg)		Incremento de peso (kg)		Producción de carne (kg/ha)
	Ingreso	Término	Inicial	Final	Total	Medio diario	
Hembras en desarrollo (6)	7	13	16,08	27,35	11,27	0,063	123,9
	4	10	14,50	27,08	12,58	0,070	138,3
	4	10	14,18	16,00	11,81	0,066	129,9
Corderos de ceba (5)	5	11	18,55	28,65	10,10	0,056	91,8
	7	13	26,40	37,05	10,65	0,059	91,8

El experimento se desarrolló en forma normal hasta que en el último ciclo los animales descortezaron el 67% de los árboles, cuando estos ya tenían diez años de edad, con DAP promedio de más de 10,0cm (Cuadro 2) y alrededor de 8,0m de altura. Esto obligó al retiro de los animales. Esta

Cuadro 2

Parcela silvopastoril «La Caoba»: desarrollo del componente forestal durante el experimento silvopastoril.

Especie	Espaciamiento (m)	Edad de la plantación (años):					
		5		7		9	
		Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)
<i>Khaya nyasica</i>	3,0x3,0	3,4	2,9	6,2	6,4	8,9	11,8
<i>Khaya senegalensis</i>	2,7x2,7	3,7	2,6	6,3	7,0	8,1	12,0
<i>Swietenia macrophylla</i>	2,6x2,6	3,3	2,5	5,7	6,8	7,1	9,7

experiencia negativa no invalida la extensión de los resultados, ya que en la producción los carneros son estabulados, y sólo entran al bosque algunos sementales con el rebaño. Hasta el momento no se informan daños a las plantaciones en las unidades silvopastoriles.

En dicha parcela se ha podido estudiar, además de la interacción animal-árbol, la influencia de la dinámica de crecimiento del bosque sobre los pastos y el incremento en peso de los animales. Los análisis estadísticos demostraron que en un año (1986-1987), el desarrollo del bosque no provocó diferencias significativas en los rendimientos de los pastos, ni en el incremento de peso de los animales. En cambio, al analizarlo en un tiempo mayor, esta influencia es marcadamente apreciable: en 1983, cuando la plantación tenía seis años de edad, se obtuvo una producción de pastos (peso húmedo) de 20 ton/ha (Calzadilla, 1992), y con una carga de 11 animales/ha se logró obtener una ganancia en peso de hasta 70 g/d, lo que representó una producción de carne de 276 kg/ha/año; en 1987, con una carga de 9 animales, hay rendimientos de 8. ton/ha de pastos (peso húmedo), sólo se obtuvieron 183kg/ha/año, o sea un 35% menos de carne.

El experimento ha permitido, después de cinco años de estudios, llegar a las siguientes conclusiones:

- En el caso específico de las especies forestales utilizadas, el pastoreo con ganado ovino puede aplicarse desde los cuatro hasta los diez años de edad de la plantación.
- Para condiciones de calidad media de sitio, las cargas adecuadas estarían entre siete y once animales/ha, pero para las áreas forestales típicas debieran ser menores.

- La producción de pasto (peso húmedo) varía entre 8-20 ton/año; para permitir su recuperación se debe establecer un sistema de rotación, ya sea abierto o cerrado.
- La producción de carne ovina, al inicio y al final del experimento, fue de 276 y 183kg/ha/año respectivamente, con un decrecimiento inversamente proporcional al desarrollo de la plantación.

Estas investigaciones han continuado a una escala superior, con mayor cantidad de animales y de especies, profundizando el estudio de los índices de crecimiento de los animales (peso al nacer, al destete, etc.), de comportamiento de la masa (hábitos alimenticios, reproducción) y de la interacción animal- bosque-suelo.

Se estima que en Cuba, en la actualidad, existen un total de 1,6 millones de ovinos, y que las empresas del Ministerio de la Agricultura poseen 750,000 cabezas (Ramírez, 1990). Se reconoce que las áreas forestales constituyen una reserva potencial para incrementar la masa de ganado ovino (Ministerio de la Agricultura, 1988). Por esta razón recientemente se preparó un instructivo general sobre el manejo de las unidades silvopastoriles con ganado ovino (Calzadilla, 1993), con el fin de mejorar la organización del rebaño, elevar los rendimientos en carne, evitar el sobrepastoreo, y reducir los riesgos de daños al bosque.

Se está desarrollando un experimento silvopastoril con ganado bovino de ceba, mestizo de Cebú, en la porción oriental de la finca El Corojito (27,3ha), de suelo Pardo sin Carbonatos (Inceptisoles), muy poco profundo (menos de 25cm), de relieve colinoso, y pendiente desde 5%, en el extremo noreste, hasta 40% en la ladera oeste de la parcela (Calzadilla *et al.*, 1993). La finca pasó a ser controlada, en 1982, por la EEF Guisa, lo cual propició la recuperación de la vegetación forestal; pero los trabajos en la parcela silvopastoril se iniciaron en 1986, con la construcción de las cercas. En 1987, se realizaron las primeras plantaciones y se inició el estudio con el primer lote de animales. Para la distribución espacial de los componentes, se tuvo en consideración las características del relieve; las áreas de mayor pendiente (14ha) fueron dedicadas a bosques, en forma de faja periférica, y el área de menor pendiente (12ha) para pastizales arbolados, dividida en seis cuartones, y un área forrajera (1ha). Este modelo silvopastoril permite evaluar el comportamiento de la producción ganadera a partir de un ordenamiento territorial, mediante la práctica del pastoreo controlado bajo los principios de Voisin (1962), en presencia del

componente forestal (no se introducen los animales en el bosque) dispuesto en faja periférica, de 10 a 150m de ancho. Las especies forestales establecidas corresponden a las de la misma zona o adaptadas, y que tienen valor maderable, forrajero o combustible. Los objetivos planteados fueron los siguientes:

- Disminuir el escurrimiento superficial y la erosión.
- Incrementar la producción de carne por unidad de superficie.
- Obtener del bosque producciones diversificadas y sostenibles.
- Mejorar el microclima local.
- Incrementar la fauna silvestre.
- Recuperar y proteger el ambiente, con énfasis en los suelos y el agua.

En cuanto a producción de carne, se han obtenido ganancias en el peso ovino superiores a 600g/d (Cuadro 3), teniendo como fuente básica de alimento el pasto, constituido por *Paspalum nutatum* (pasto mexicano), *Andropogon caricosus* (jiribilla) e *Hyparrhenia ruja* (faragua); sin embargo, la presencia de más de 1,000 ejemplares de *Psidium guajaba*, cuyos frutos se cosechan parcialmente, y de 183 de *Samanea saman*, productor de un fruto muy apetecido por el ganado, permite suponer que constituyen un complemento a la dieta básica. Los resultados en los

Cuadro 3

Parcela experimental silvopastoril «El Corojito oeste»: comportamiento del peso vivo (kg) del ganado bovino de ceba, raza Cebú (noviembre, 1987 / noviembre, 1992)

Edad (meses)	Duración del ciclo (d)	Número de animales		Peso (kg)		Ganancia por animal		Rendimiento de carne (kg/ha/año)
		Total	Por ha	Inicial	Final	Total (g)	Diario (g)	
7-8	286	20	1,7	116,4	309,8	195,8	684	435,2
10-11	518	19	1,6	198,9	534,5	336,0	649	375,6
9-10	521	24	2,0	161,6	474,9	313,4	601	432,1

primeros cinco años de investigaciones mostraron, de forma preliminar, que las metas iniciales son alcanzables. La recuperación del equilibrio ecológico quedó demostrada al ser posible elevar el número de animales, desde 1,7 a 2,0/ha al tercer ciclo, y la producción de carne hasta 432 kg/ha/año. Con ello se duplicó la carga tradicional de las granjas

productoras de la premontaña, que es de 1 animal/ha. Además, gracias a la salud y el vigor de los toros criados, la mayoría de ellos han sido seleccionados como sementales de las vaquerías de la región.

Paralelamente, se está evaluando el desarrollo de la vegetación forestal, a través de cuatro subparcelas permanentes instaladas en sitios representativos de la faja forestal. En la subparcela ubicada en el sector noroeste de la faja forestal, localizada en un sitio ondulado y suelo muy poco profundo, se ha destacado la gran altura alcanzada por *Cordia gerascanthus*, con un incremento medio anual de 1,47m (Cuadro 4), superior al señalado por Jiménez (1989) en una parcela agrosilvícola cercana (0,73m/año); esta especie es característica de la formación semicaducifolia sobre suelo calizo, muy común en la zona y cuya madera es considerada como preciosa. Le siguieron en orden *Caesalpinea violacea* (yarúa), con un incremento medio anual en altura de 0,77m, y *Swietenia macrophylla* con 0,70m. El crecimiento en altura de la última especie fue inferior al determinado en la localidad de «Corralillo» (1,48m/año), al este del poblado de Guisa, pero en condiciones edáficas superiores (Renda, 1989); sin embargo, Calzadilla (1990) informó que en la parcela «La Caoba», sobre un suelo Pardo con carbonato, medianamente profundo, el incremento a los cinco años fue sólo de 0,67m/año. De lo anterior se infiere que *S. macrophylla* es exigente no sólo en la profundidad efectiva del suelo, sino también en el contenido de humedad de él; es por ello que en sitios bajos y cercanos a los cursos fluviales alcanza gran desarrollo, como en la parcela agrosilvícola «El Corojito Este» en que a los seis años presentó 8,9m de altura media y 11,8cm de diámetro medio (Jiménez, 1989).

En la subparcela centro-este, con características de sitio similar a la anterior, se observó un crecimiento destacado de *Colubrina arborescens* (bijáguara), que en cuatro años alcanzó 3,81 m de altura y un incremento medio de 0,95m/año (Cuadro 4), muy similar a los 1,06m/año informados por Jiménez (1989) en una parcela agrosilvícola aledaña. Esta especie abunda en esta zona premontañosa, su madera es dura y útil para construcciones (Ruiz, 1963). También se observó buen desarrollo en *Caesalpinea violacea* con un incremento medio en altura 0,91m/año y más discreto en *Swietenia macrophylla* con (0,69m/año), muy similar al obtenido en la subparcela noreste.

La subparcela centro-oeste, corresponde a bosque natural enriquecido. En la medición realizada en 1990 (Cuadro 4), al año y medio

de plantada, *Cordia gerascanthus* mostró una altura algo baja (0,51m), mientras que la alcanzada por el bosque natural, constituido principalmente por *Guazuma ulmifolia*, *Trichilia hirta* y *Cordia collococca* (ateje), fue de 8,1, 8,0 y 4,6m, respectivamente.

Por último, el crecimiento de *Lysiloma latisiliqua* (soplillo), fue sobresaliente en la subparcela sur; a los cinco años alcanzó 5,46m de altura, con un incremento medio de 1,09m/año (Cuadro 4). Esta especie leguminosa es característica de los montes secundarios de las regiones cársicas de Cuba, pero se adapta a las condiciones del ensayo. Constituye una alta productora de biomasa forestal, cuyo follaje tiene amplias posibilidades como alimento animal (Leyva *et al.*, 1993).

El comportamiento general de las especies forestales fue satisfactorio, a pesar de que en la década del ochenta la región sufrió una sequía fuerte y prolongada, que influyó negativamente en el crecimiento de los árboles. No obstante, poco a poco se ha recuperado el ambiente forestal perdido.

Pero no se trata sólo de destacar el aspecto meramente productivo y económico, lo cual tiene importancia justificada, sino de llamar la atención sobre el aspecto ecológico y los cambios positivos que se han producido a nivel de la finca, los cuales son hoy día apreciables.

Cuadro 4

Parcela experimental silvopastoril «El Corojito oeste»: crecimiento en altura de las especies forestales (distanciamiento de plantación: 2x2 m).

Subparcela	Especie	Fecha plantación	Altura (m)		Incremento anual (cm)
			1990	1992	
Faja Noreste	<i>Caesalpinea violacea</i>	11/1987	1,07	3,88	0,77
	<i>Cordia gerascanthus</i>	10/1988	2,40	5,90	1,47
	<i>Swietenia macrophylla</i>	11/1987	1,29	3,52	0,70
Faja Centro este	<i>Caesalpinea violacea</i>	11/1987	1,27	4,58	0,91
	<i>Colubrina arborescens</i>	10/1988	0,71	3,81	0,95
	<i>Cordia gerascanthus</i>	10/1988	0,53	2,76	0,69
	<i>Swietenia macrophylla</i>	11/1987	0,84	3,31	0,66
Faja Centro oeste	<i>Cordia gerascanthus</i>	10/1988	0,51	-	-
	<i>Cordia collococca</i>	Bosque nat.	8,10	-	-
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	" "	4,60	-	-
	<i>Trichilia hirta</i>	" "	8,00	-	-
Faja Sur	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	10/1987	3,57	5,46	1,09

La aplicación de las técnicas silvopastoriles ha permitido, en primer lugar, frenar los procesos degradativos que tenían lugar anteriormente sobre: la vegetación, el suelo, los recursos hídricos y la fauna, entre otros. Actualmente se evidencia en el terreno, la mejoría experimentada en el microclima por la restitución de los árboles, tanto en la faja forestal como en el área de pastizales. En esta última se han establecido 139 árboles/ha por regeneración natural de especies frutales y forestales, que regulan los vientos, disminuyen la evapotranspiración, protegen el suelo y proporcionan sombra y alimento a los animales. En el área de pastizales se ha elevado el contenido de materia orgánica de 3,45%, al iniciar las investigaciones en 1986, a 4,19 % en 1992, con una tendencia similar en los nutrientes (nitrógeno y fósforo); aunque se aprecia una disminución del pH (Cuadro 5). Algo similar ha ocurrido en el área correspondiente a la faja forestal (Cuadro 6).

Aunque hasta el momento no ha sido posible medir algunas variables medio ambientales que permitan valorar el impacto del sistema silvopastoril sobre el escurrimiento superficial, se puede inferir la influencia de la reforestación en laderas con pendiente superior al 30%.

Asímismo, se ha establecido el efecto protector del bosque sobre los cursos fluviales, y su contribución a la regulación del régimen

Cuadro 5

Parcela silvopastoril El Corojito oeste, zona de pastizales: datos del suelo al inicio de la investigación y después del año 6.

Profundidad (cm)	MO (%)	Nutrientes asimilables (mg/100 g)			pH		CIC (me/100g)
		N	P	K	H ₂ O	KCl	
Datos químicos del suelo al inicio de la investigación							
0-17	3,45	5,18	0,88	29,9	6,05	4,80	33,71
Datos químicos del suelo después de seis años de investigación							
0-20	4,19	6,28	2,84	6,50	5,60	4,70	23,39

Cuadro 6

Parcela silvopastoril El Corojito oeste, faja forestal periférica: datos químicos del suelo

Profundidad (cm)	Materia orgánica (%)	Nutrientes asimilables (mg/100 g)			pH		Capacidad inter- cambio de bases (me/100 g)
		N	P	K	H ₂ O	KCl	
Al inicio:							
0-22	2,69	4,03	1,02	16,0	6,35	5,00	28,77
A seis años:							
0-20	4,62	6,93	3,49	10,00	6,10	5,40	38,75

hídrico. De acuerdo con las investigaciones hidrológico-forestales realizadas en la cuenca del río Cauto, en la provincia Santiago de Cuba (Herrero, 1992) hasta el cierre de la Presa Gilbert, el coeficiente de escurrimiento en pastos localizados en pendiente de 4 era cuatro veces mayor (0,89) al obtenido en una parcela que sustentaba bosques de latifoliadas en una pendiente de 20 (0,2). En San Diego, Pinar del Río (Herrero, 1981), en una parcela de pastizal, la erosión (73kg/ha) superó en cinco veces la ocurrida en una plantación de pino de ocho años (14,7).

De lo anterior se deducen los beneficios ambientales como consecuencia del ordenamiento de las áreas ganaderas en zonas premontañas y la importancia de la introducción de los sistemas silvopastoriles en la esfera productiva.

En los últimos años se han desarrollado otras investigaciones relacionadas con las técnicas silvopastoriles, tanto en el IIF como en otras instituciones. Resultan de interés los trabajos realizados con la biomasa de algunas especies forestales, y la utilización de su follaje en la elaboración de harinas. Una de las investigaciones llevadas a cabo en la EEF Viñales, Pinar del Río, consistió en alimentar gallinas ponedoras con pienso comercial con dos niveles (3 y 9%) de harina obtenida del follaje verde de *Pinus caribaea* tanto sin destilar como después de haberle extraído el aceite esencial (Leyva *et al.*, 1989). Los mejores tratamientos para el tamaño del huevo y el color de la yema fueron los que incluían harina de acículas de pino (ambos porcentajes), con y sin destilar, mientras que para el número de huevos, el de 3% resultó ser el mejor.

También se ha estudiado el empleo para la ceba de pollos, de harina elaborada a partir del follaje de *Pinus caribaea* y *P. tropicalis*, de una plantación de 18-20 años de edad de la EEF Viñales, antes y después de

haberle extraído los aceites esenciales (Leyva *et al.*, 1990). La harina, preparada por disecación y trituración, sustituyó parte del pienso utilizado, en proporciones de 10, 8, 6 y 3%. Los mejores resultados se consiguieron con los tratamientos del 6 y 8%, obteniéndose una masa media por ave de 1,98 kg. El análisis bromatológico de las harinas obtenidas (Cuadro 7) mostró la presencia de proteínas, carbohidratos, lípidos y minerales, en concentraciones aceptables, similares a las obtenidas por Polis (1986) con *Pinus maestrensis*. Se estima que se puede obtener 4 500 kg/ha de follaje, los que se transformarían en 2 000 kg de harina, que sustituirían 310 g/ave en la dieta de pienso normal de alrededor de 6 000 pollos de ceba (Leyva *et al.*, 1990).

Cuadro 7

Análisis bromatológico de las harinas obtenidas del follaje de *Pinus caribaea* y *P. tropicalis*.

Constituyente	Sin extracción del aceite		Después de la extracción del aceite		
	<i>P. caribaea</i>	<i>P. tropicalis</i>	<i>P. caribaea</i>	<i>P. tropicalis</i>	<i>P. sylvestris</i>
Materia seca (%)	99,88	97,95	99,63	97,29	-
Grasas (%)	5,50	9,10	2,60	1,00	9,3-14,8
Fibras (%)	39,30	40,30	40,90	44,20	0,0-40,0
Cenizas (%)	2,90	2,00	2,40	1,70	2,1-3,6
Proteínas (%)	6,10	5,30	5,30	5,60	9,4-11,8
Calcio (%)	0,50	0,40	0,60	0,30	0,50
Fósforo (%)	0,07	0,07	0,02	0,05	0,15
Energía (meq.l/kg)	20,61	21,33	21,68	21,57	-
Caroteno (mg/%)	15,00	13,00	17,00	19,00	17,00

Las investigaciones se han ampliado incluso a especies latifolidas como *Lysiloma latisiliqua* (Leyva *et al.*, 1993). La experiencia, desarrollada en áreas de IIF, consistió al igual que las anteriores en mezclar harina preparada a base de esta especie, en proporciones de 4, 6, 8 y 10% con pienso comercial. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se registraron masas medias máximas de 1,43 kg de rendimiento a la canal. Estos resultados aún preliminares, indican el potencial que presentan los residuos forestales en cuanto a alimentación animal se refiere, y su contribución a la autosuficiencia de las comunidades forestales.

Como ya se había mencionado, los bancos de proteína de *Leucaena leucocephala* han tenido gran difusión en Cuba, de ahí que se hayan efectuado investigaciones con vistas a perfeccionar su explotación. En ese

sentido, resulta de interés mencionar los trabajos realizados en el Instituto de Ciencia Animal sobre *Leucaena sp.*, específicamente encaminadas a la producción de semillas, con vistas a satisfacer las necesidades del país, sin tener que recurrir a importaciones. Con ese fin, se estudiaron siete ecotipos (Febles *et al.*, 1991), concluyéndose que los mejores rendimientos se obtuvieron con los ecotipos de Perú y México, los que alcanzaron a los tres años: entre 321 y 695g de semillas/planta; 17 a 20 semillas por vaina, y el peso de 100 semillas fue de 5g. En otro estudio similar se evaluó el rendimiento y desarrollo de ecotipos y variedades (Ruiz *et al.*, 1992), determinándose que en la estación de lluvia el mejor fue el ecotipo Piracicoba con 736g de semillas/planta en el primer año. Sin embargo, es necesario continuar evaluando los ecotipos y variedades.

BIBLIOGRAFÍA

- Betancourt, A. 1993. *Cortinas Rompevientos*. Ciudad de la Habana, Cuba. (Comunicación Personal).
- Boytel, F. 1972. *Geografía eólica de oriente*. La Habana. Instituto del Libro. 251p.
- Castillo, E.; Ruiz, T. E. y Barrientos, A. 1989. *Estudio de Leucaena leucocephala para la producción de carne y leche*. La Habana (Cuba). ICA. (Mimeografiado)
- Calzadilla, E., Jiménez, M., Sánchez, J., Mojena, B., Renda, A., Leyva, B., Ancízar A. y J. Torres. 1990. *Los Sistemas agroforestales en la República de Cuba*. La Habana. CIDA. 29 p.
- Calzadilla, E., Torres, J. Mojena, B., Alvarez, A. Renda, A. Forcade, E., Mercadet, A. y Alvarez, L. 1992. Comportamiento del ganado ovino (cordero de ceba) en régimen de pastoreo controlado bajo plantación forestal de latifolia en edad latizal. La Habana. *Rev. Forestal Baracoa* 22(1):59-71.
- Calzadilla, E., Torres, J. y Ferrer, A.. 1993. *Informe del experimento 004.23.04.01. Parcela Experimental Silvopastoril «El Corojito este»*. Ciudad de la Habana. 12p.
- Febles, G., Ruiz; T. E., Funes, F., Díaz, L. E. & Bernal, G.. 1991. Initial evaluation of ecotypes and varieties of *Leucaena leucocephala* in Cuba. 1. Seed production. *Cuban J. Agric. Sci.* 25: 201.
- Herrero, J.A. 1992. *Función hidrológica y antierosiva de los bosques de las zonas montañosas y premontañosas de Cuba*. Resumen Tesis en Opción al Grado Científico de C. Dr. en Ciencias Agrícolas. La Habana. INCA. 27 p.
- Herrero, J.A. y B. A. Melchanov. 1981. El escurrimiento líquido y sólido en áreas forestales y agrícolas de la provincia de Pinar del Río. Datos de parcelas experimentales de escurrimiento. *Cuba. Rev. For. Baracoa.* 11(1):5-13.
- Jiménez, M. 1993. *Ordenación Integral de la Cuenca Calabazas*. Instituto de Investigaciones Forestales.
- Jiménez, M., Ferrer, A. Casate, C. Torres, J. Sánchez, J. Sánchez, E. y González, R. 1989. Establecimiento y valoración de los cultivos agrícolas y forestales hasta la etapa de brinzal en la precordillera norte de la Sierra Maestra. En: *Memorias I Congreso Forestal de Cuba y Simposio Internacional sobre Técnicas Agroforestales*. Tomo 2. La Habana. IIF. pp. 195-215.
- Jiménez, M., Casate, C., Ferrer, A., Forcade, E. Sánchez, J. González, O. Ancízar, A. y González, R.. 1989. Uso múltiple del suelo con restablecimiento de un bosque poliespecífico periférico. En: *Memorias I Congreso Forestal de Cuba y Simposio Internacional sobre Técnicas Agroforestales*. Tomo 2. La Habana. IIF. pp. 179-194.
- León y Alain. 1953. *Flora de Cuba*. La Habana. Academia de Ciencias de Cuba.
- Leyva, B., Martínez, J.M., Quert, R. Vidal, A. y Caballero, J.C. 1989. Alimentación de gallinas ponedoras con harina vitamínica obtenida a partir de follaje verde de *Pinus caribaea*. Ciudad de la Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. *Boletín Técnico Forestal* 1/89. p1-11.
- Leyva, B., Quert, R. González, R. y Sánchez, R. 1993. Alimentación de aves de ceba con harinas obtenidas a partir del follaje verde de *Lysiloma latisiliqua* Benth. En:

- Resúmenes Jornada Científica*. Ciudad de la Habana. Instituto de Investigaciones Forestales.
- Leyva, B., Quert, R. Vidal, A., Caballero, J.C., Martínez, J.M. y González, R.** 1990. Obtención de harina vitamínica para alimento animal a partir del follaje verde de *Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis*. *Revista Forestal Baracoa* 20(1):21-33.
- Ministerio de la Agricultura.** 1987. *Informe de la Asamblea Nacional del Poder Popular*. Ciudad de la Habana. 72p.
- Ministerio de la Agricultura.** 1988. *Conferencia « Explotación ovino-caprina »*. Ciudad de la Habana. Area Ganadería, Dirección de Equinos y Ganado Menor. 66p. (Sin publicar).
- Ministerio de la Agricultura.** 1991. *Manual para la aplicación del pastoreo racional Voisin (PRV) y el manejo de los rebaños*. La Habana. Area de Ganadería. 63p.
- Polis, O.** 1986. *Informe final de la asesoría técnica extranjera*. Ciudad de la Habana, Cuba. Instituto de Investigaciones Forestales. 80p. (Sin publicar).
- Ramírez, A.** 1990. *Pelibuey de Cuba: un recurso genético tropical*. Ciudad de la Habana, Cuba. CIDA. 20p.
- Renda, A.** 1989. *Particularidades edafológico-forestales de la región central de la Sierra Maestra*. Resumen Tesis de Grado Científico de C. Dr. en Ciencias Agrícolas. La Habana. INCA. 30p.
- Renda, A., Sánchez, J. Lahera, W. y M. Rodríguez, M.** 1989. *Establecimiento de plantaciones forestales con especies autóctonas de valor económico*. C. Habana. IIF. Informe Investigación 004.20.32.08. 10 p. (Mimeografiado).
- Reyes, R.** 1987. *Manejo del ganado ovino*. La Habana. Cuba. (Comunicación personal).
- Roig, T.J.** 1953. *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. 2da ed. La Habana. Seoane Fernández y Cia. 1128p.
- Rodríguez, E.** 1981. *Agrosilvopastoreo en la Sierra Maestra*. Informe para el Gobierno de Cuba. La Habana. Programa FAO-SIDA sobre contribución forestal al desarrollo de comunidades locales. 65 p.
- Rodríguez, E.** 1981A. *Metodología para el agrosilvopastoreo en la Sierra Maestra*. Proyecto Cuba GCP/INT/347 SWE. Ciudad Habana. CIF. Informe Técnico. 34 p. (Mimeografiado).
- Voisin, A.** 1962. *Dinámica de los pastos*. Madrid. Tecnos. 452 p.

